

VISUALISASI KONSEP-KONSEP BIOLOGI DENGAN MENGGUNAKAN DIAGRAM ROUNDHOUSE

Yuni Wibowo
Jurusan Pendidikan Biologi

Abstrak

Biology as one area of science provides a variety of learning experiences to understand the concept and process of science. According to the School Based Curriculum (SBC), one of the goals of biology as a secondary level subject is to develop mastery of concepts and principles of biology and its association with other science and to develop the students' knowledge, skills and self-confidence. The scope of biology as a subject includes the true meaning of biology, diversity, classification, ecosystems, cellular organization, structure and function, growth and development, hereditary, evolution, and biotechnology.

The scope of biology materials that exist in the SBC shown that there are materials that can be developed with process skills but there are also materials that focuses on the acquisition of biological concepts. Furthermore, so far the study of biological concepts tend to be learned in bits and pieces that made it so easily forgotten by students. Therefore, efforts is needed to bring the information obtained by students to be stored long-term memory so that the students will remember it longer. Roundhouse diagram is one of learning techniques to strengthen memory by storing the information obtained into the students' long-term memory. Roundhouse diagram learning techniques is an application of meaningful learning which arrange sub-concept in a structure of knowledge in the form of a circle completed by visual symbols and key words.

Key word: biology concept, roundhouse diagram.

Pendahuluan

Mutu pendidikan di Indonesia sampai saat ini masih harus diperbaiki agar ketertinggalan dari bangsa-bangsa lain tidak semakin jauh. Rendahnya mutu pendidikan di Indonesia memberi dampak yang signifikan terhadap mutu sumber daya manusia. Mulyasa (2006) menyatakan bahwa peringkat sumberdaya manusia di Indonesia menduduki peringkat ke 112 dari 127 negara di dunia. Sementara itu Sudarwan (dalam Joharmawan, 2008) menyatakan bahwa rendahnya mutu pendidikan disebabkan oleh rendahnya mutu pembelajaran, seperti (1) kompetensi

guru, (2) mutu proses belajar mengajar, (3) mutu kurikulum, (4) ketersediaan sarana dan prasarana pendidikan serta sumber belajar, (5) mutu raw input lembaga pendidikan, dan (6) kondisi lingkungan sosial budaya dan ekonomi. Senada dengan hal itu, Salah satu penyebab rendahnya mutu pendidikan adalah pendekatan pembelajaran yang berpusat pada guru sehingga peserta didik lebih banyak bertindak sebagai pendengar (Sudrajat, 2004).

Bagus (2005) menyatakan bahwa nuansa kegiatan pembelajaran IPA yang dilaksanakan saat ini di sekolah lebih kelihatan guru mengajar dibandingkan peserta didik belajar (penekanan pada *teaching* dan bukan pada *learning*). Pembelajaran yang didominasi oleh guru (*teacher centered*) mengakibatkan guru hanya sebagai penyampai informasi, sedangkan peserta didik lebih banyak menghafal daripada memahami makna yang dipelajarinya sehingga dalam pembelajaran ada kesan bahwa kegiatan utama peserta didik adalah mendengar, mencatat dan menghafal konsep/materi yang diceramahkan oleh guru. Lebih lanjut, peserta didik tidak mampu mengkonstruksi pengetahuannya sendiri.

Djohar (2000) menyatakan bahwa badan ilmu biologi yang fungsional dan esensial untuk diajarkan mencakup unsur 1) topik-topik yang mendasar dari badan ilmu biologi meliputi topik yang melandasi pemahaman biologi hingga materi yang aktual, 2) objek-objek yang dapat digunakan untuk mengungkap konsep-konsep biologi, dan 3) tingkat organisasi mana biologi itu ditemukan, dan 4) cara bagaimana konsep itu diungkapkan. Lebih lanjut, dinyatakan bahwa dalam mempelajari biologi terdiri dari tiga tahapan yaitu 1) mempelajari objek dan persoalan biologi, 2) mempelajari teori biologi, dan 3) mempelajari filsafat biologi. Sementara itu sains menurut Driver dan Bell (dalam Suparno, 1996) bukanlah hanya kumpulan hukum atau fakta, namun merupakan ciptaan manusia dengan semua gagasan dan konsepnya yang ditemukan secara bebas. Lebih lanjut,

dinyatakan bahwa konsep tidak didasarkan pada pengamatan induktif yang sederhana. Ini dibuktikan dari kesulitan siswa untuk mengabstraksi kenyataan-kenyataan yang mereka peroleh dari percobaan-percobaan yang dilakukan. Sementarai itu, menurut Yuyun (2007) belajar biologi dengan cara membuat pelajaran yang penuh arti dapat ditempuh dengan mengaitkan materi pelajaran dengan kehidupan sehari-hari.

Pembelajaran sains-biologi di sekolah menengah sangat kompleks karena adanya istilah-istilah asing dan konsep-konsep yang abstrak. Untuk belajar sains, siswa harus memahami konsep-konsep pokok melalui penalaran, menemukan konsep-konsep yang berkaitan, atau membuat hubungan antara konsep dengan berbagai cara. Sonneman (2002) menyatakan bahwa menggambar adalah suatu cara untuk menggali esensi dan mendorong orang agar dapat berpikir, berproses, dan memfokuskan diri sehingga dapat meraih hasil yang diharapkan. Lebih lanjut dinyatakan, bahwa bahasa grafis dapat digunakan untuk menghemat kata-kata, memetakan konsep-konsep yang penting, dan menghubungkan pikiran. Teknik pengorganisasian ini melibatkan prinsip-prinsip dalam memilih tema dan membuat pola hubungan yang jelas dari materi-materi yang dipelajari sebagai suatu mata rantai dari suatu konsep ke konsep selanjutnya.

Catatan, gambar, dan diagram adalah contoh dari wakil visual yang dapat digunakan untuk membantu siswa membangun skema. Cara penyusunan catatan dan gambar dapat mempengaruhi bagaimana informasi dapat diingat dengan baik secara efektif. Catatan yang diorganisasi dengan baik dapat digunakan untuk menunjukkan hubungan, menguatkan informasi, dan mengidentifikasi kehilangan informasi yang diperlukan (Saunders *et al*, 1995). Lebih lanjut, Ward dan William (2006) menyatakan bahwa gambar merupakan suatu cara yang dapat digunakan untuk mengekspresikan diri dan menyampaikan apa yang dipikirkan

secara efektif. Sejalan dengan pernyataan itu, Ward dan Wandersee (2002) juga menyatakan bahwa rekonstruksi informasi dengan menggunakan verbal dan visual merupakan suatu strategi pengkodean yang efektif di dalam pembelajaran. Diagram *roundhouse* merupakan suatu bentuk rekonstruksi pemahaman dengan menggunakan verbal dan visual.

Pembahasan

1. Belajar Konsep

Menurut Rosser (1996, dalam Dahar), konsep adalah suatu abstraksi yang mewakili satu kelas objek-objek, kejadian-kejadian, kegiatan-kegiatan atau hubungan-hubungan yang mempunyai atribut-atribut sama. Belajar konsep dapat meringankan beban memori karena dapat mengklasifikasi / mengelompokkan peristiwa, objek dan kegiatan sehari-hari. Dahar (1989) mengemukakan bahwa pengetahuan kimia disusun oleh konsep-konsep dalam suatu jaringan proposisi, artinya pengetahuan kimia merupakan serangkaian konsep-konsep, dimana satu sama lain saling berhubungan sehingga melahirkan suatu pemahaman yang bermakna.

Guru hendaknya menentukan konsep-konsep yang akan diajarkannya pada siswa, tingkat-tingkat pencapaian konsep yang diharapkan siswa dan metode mengajar yang akan digunakan (Dahar,1996). Konsep-konsep yang akan dikembangkan dalam pembelajaran perlu dianalisis yang meliputi label konsep, definisi konsep, atribut konsep, hirarki konsep, contoh dan non contoh (Herron, 1977). Analisis konsep ini dapat mengarahkan guru untuk memilih strategi dalam mengajarkan konsep yang bersangkutan. Peranan konsep dalam menyusun model pembelajaran sangat penting. Model pembelajaran dapat diartikan sebagai suatu rencana atau pola yang digunakan dalam menyusun kurikulum, mengatur materi pembelajaran dan memberi petunjuk kepada pengajar di kelas dalam setting pembelajaran maupun setting lainnya (Dahlan, 1984).

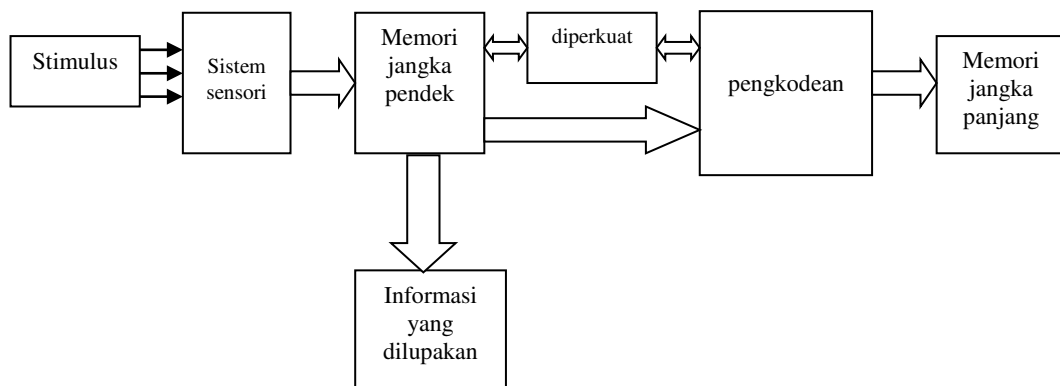
Pembelajaran IPA yang bertolak dari konsep pada umumnya akan lebih efektif bila diselenggarakan melalui model pembelajaran yang termasuk rumpun pemrosesan informasi. Model pemrosesan informasi bertitik tolak dari prinsip-

prinsip pengolahan informasi yang diterima individu. Model ini menjelaskan bagaimana cara individu memberi respon yang datang dari lingkungannya: yakni dengan cara mengorganisasi data, memformulasikan masalah, membangun konsep dan rencana pemecahan masalah serta menggunakan simbol-simbol verbal dan non verbal (Joyce& Weil,1992).

2. Model Pemrosesan Informasi

Informasi secara terus menerus masuk ke dalam otak melalui sistem indera. Sebagian besar informasi yang masuk akan dibuang tanpa disadari dan beberapa informasi yang lain akan diingat untuk beberapa saat dan kemudian dilupakan. Namun demikian, ada sedikit informasi yang dapat diingat dalam waktu yang lama, bahkan sepanjang hidup. Hal ini berkaitan dengan kerja memori, yaitu bagaimana otak mengoperasikan, mengorganisasi untuk disimpan atau dibuang, dan menghubungkan informasi yang masuk dengan informasi lain yang sudah dimiliki (Slavin, 2000).

Berbagai informasi yang diterima oleh indra akan masuk ke dalam sistem memori jangka pendek (Squire dalam Slavin, 2000). Lebih lanjut dinyatakan, bahwa memori jangka pendek merupakan sistem memori di dalam otak yang dapat menampung informasi dalam jumlah terbatas selama beberapa detik. Informasi yang akan disimpan dipikirkan di dalam memori jangka pendek ini. Sementara itu, menurut Anderseen (Slavin, 2000) berbagai hal dipikirkan secara sadar dan akan segera dilupakan jika berhenti dipikirkan. Oleh karena itu, agar informasi dapat disimpan dan tetap diingat dalam waktu yang lama, maka informasi harus dipindahkan ke dalam memori jangka panjang. Gambar 2.1. berikut ini merupakan model pemrosesan informasi yang diadaptasi dari Gagne dan Berliner



Gambar 2.1. Bagan Pemrosesan Informasi menurut Gage dan Berliner
(Sumber: Budiningsih, 2005).

Komponen pemrosesan informasi dibagi menjadi 3 bagian berdasarkan perbedaan fungsi, kapasitas, bentuk informasi, dan proses terjadinya lupa. Ketiga komponen tersebut adalah 1) *sensory receptor*; merupakan sel tempat pertama kali informasi diterima dari luar, 2) *working memory*; pada komponen ini informasi tetap bertahan jika terdapat perhatian dari individu. Pada komponen ini upaya penyandian dalam bentuk verbal, visual, ataupun semantik merupakan strategi untuk menyimpan informasi di dalam ingatan agar dapat dipakai kembali bila diperlukan, dan 3) *long-term memory*; berisi semua pengetahuan yang telah dimiliki oleh individu, jumlahnya tidak terbatas, dan tidak akan pernah hilang. Penataan informasi yang baik akan memudahkan penelusuran dan pemunculan kembali informasi. Sejalan dengan itu, Tennyson (dalam Budiningsih, 2005) mengemukakan bahwa penyimpanan informasi merupakan proses mengasimilasikan pengetahuan baru dengan pengetahuan sebelumnya. Lebih lanjut dinyatakan bahwa pengolahan informasi dimulai dengan penyandian informasi (*encoding*), diikuti dengan penyimpanan informasi (*storage*), dan diakhiri dengan pengungkapan kembali informasi-informasi yang telah disimpan

di dalam ingatan (*retrieval*).

3. Strategi Diagram *Roundhouse*

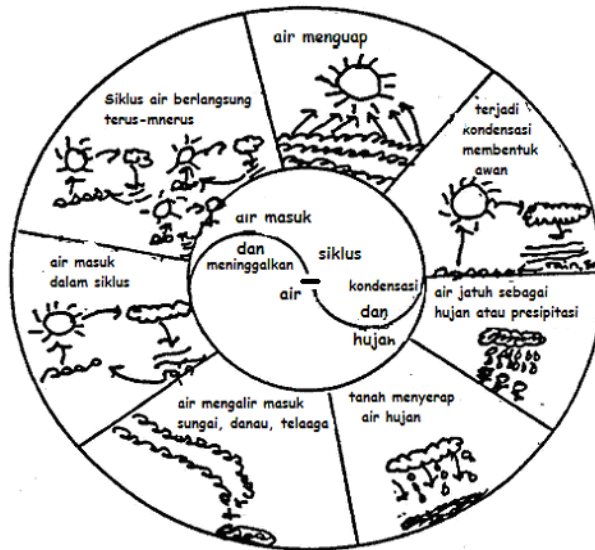
Pembelajaran sains di sekolah menengah sangat kompleks karena adanya istilah-istilah asing dan konsep-konsep yang abstrak. Untuk belajar sains, siswa harus memahami konsep-konsep pokok melalui penalaran, menemukan konsep-konsep yang berkaitan, atau membuat hubungan antara konsep dengan berbagai cara. Diagram *roundhouse* merupakan suatu teknik belajar efektif yang didasarkan pada prinsip-prinsip konstruktivisme di ruang kelas untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi atau kandungan sains secara utuh. Diagram *roundhouse* dikembangkan menjadi suatu penyajian ilmu pengetahuan dalam bentuk grafis yang ringkas, menyeluruh, menyajikan proses, atau aktivitas. Siswa menyebarkan pengetahuannya dalam suatu bentuk diagram melingkar sederhana yang dapat menggambarkan seluruh pengetahuannya dalam sebuah sistem (Ward dan Wandersee, 2001).

Diagram *roundhouse* merupakan kerangka konseptual siswa yang melibatkan suatu teknik metakognitif dengan suatu bangunan lingkaran yang memiliki kerangka pusat tema ditengah dan terbagi menjadi 7 bagian luar yang berderet. Berdasarkan penelitian Miller (dalam Ward dan Wandersee, 2002) bahwa bangunan lingkaran secara psikologis berkaitan dengan kapasitas memori singkat. Diagram ini merupakan bentuk kasar dari prinsip-prinsip konstruktivisme yang berguna, karena siswa meletakkan ide-ide pokok dalam kata-katanya sendiri dan menempatkan sesuai dengan kehendaknya.

Nama *roundhouse* didasarkan pada bentuk melingkar yang memiliki ruang-ruang atau juring-juring. Juring-juring di dalam lingkaran pada diagram

roundhouse berisi sub-subkonsep yang dipelajari. Bagian tengah pada lingkaran berisi konsep pokok yang ditulis dengan 2 kata dan dihubungkan dengan “tanda hubung (-)”. Selanjutnya, konsep pokok dibagi menjadi 2 subkonsep yang masing-masing ditulis dengan menggunakan 2 buah kata yang dihubungkan kata hubung “dan”. Seluruh konsep dari materi pokok dipecah menjadi 7 subkonsep yang lebih sederhana. Subkonsep-subkonsep ini kemudian akan ditempatkan pada juring-juring lingkaran sehingga sebuah juring mewakili sebuah subkonsep. Lebih lanjut, setiap juring dilengkapi dengan gambar visual yang dapat mewakili suatu konsep. Gambar visual tersebut suatu teknik untuk membuat pengkodean dan analogi sehingga memudahkan siswa untuk mengingat materi di dalam juring tersebut. Selain itu subkonsep di dalam juring diwakili dengan sebuah parafrase atau kalimat yang sederhana sebagai pengingat (kata-kata kunci) (Ward dan Wandersee, 2001).

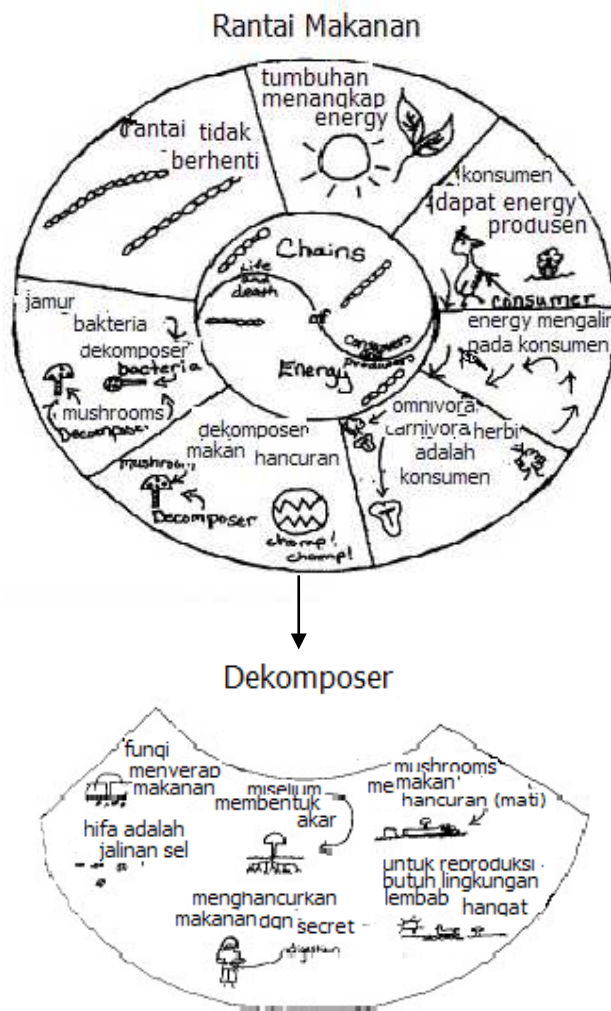
Hasil penelitian Ward dan Wandersee (2002) terhadap siswi SMA kelas 3 sebuah sekolah di Amerika Serikat yang bernama Elizabeth menunjukkan adanya kemajuan setelah mengikuti latihan pembuatan diagram *roundhouse*. Lebih lanjut, dinyatakan bahwa Elizabeth adalah siswi yang tertinggal dalam pembelajaran dibandingkan dengan teman-temannya, tidak memiliki kepercayaan diri, memiliki sifat pemalu, suka mengigit jari, dan selalu menutup mulut saat berbicara. Sifat yang dimiliki Elizabeth ini menyebabkan orang lain tidak dapat memahami apa yang diucapkannya. Setelah mengikuti latihan pembuatan diagram *roundhouse*, ternyata nilai ujiannya dapat ditingkatkan. Lebih lanjut, Gambar 2.2 di bawah ini merupakan contoh dari diagram *roundhouse* yang dibuat Elizabeth mengenai siklus air.



Gambar 2.2. Contoh Diagram *Roundhouse* Materi Siklus Air yang dibuat oleh Elizabeth
(Sumber: Modifikasi dari Ward dan Wandersee, 2002)

Pada Gambar 2.2. diatas tampak diagram *roundhouse* yang dapat mewakili materi siklus air dengan baik. Tampak kalimat-kalimat pada juring lingkaran telah mewakili sub-subkonsep. Selain itu, tampak pula gambar visual yang sangat tepat untuk subkonsep yang ada. Lebih lanjut urutan subkonsep dalam diagram *roundhouse* tersusun dengan baik mulai dari atas dan dibaca searah jarum jam.

Seringkali dalam penyusunan diagram *roundhouse*, suatu subkonsep terlalu luas untuk dapat dijelaskan di dalam satu juring lingkaran. Oleh karena itu, juring lingkaran dapat diperluas sehingga cukup untuk menampung sebuah subkonsep secara utuh dan menyeluruh. Perluasan juring dilakukan dengan cara menuliskan kembali juring lingkaran di luar diagram, kemudian juring diperluas atau diperlebar sehingga dapat digunakan untuk menulis seluruh materi yang ada di dalam suatu subkonsep. Perluasan juring ini dimaksudkan agar di dalam satu juring terdapat suatu subkonsep secara utuh sehingga pemahaman siswa semakin mantap. Gambar 2.3. di bawah ini merupakan juring yang diperluas.



Gambar 2.3. Perluasan Juring Diagram Roundhouse Rantai Makanan
(Sumber: Modifikasi dari Ward dan Wandersee, 2001)

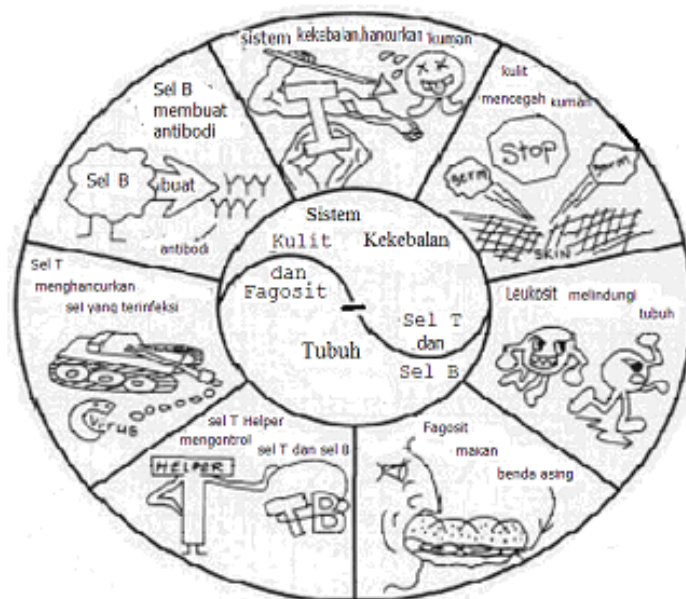
Langkah-langkah pembuatan diagram *roundhouse* adalah sebagai berikut:

1. Siswa mengidentifikasi topik utama atau gagasan utama dari materi yang dipelajarinya. Misalnya: bagaimana sistem kekebalan tubuh bekerja?
2. Menuliskan judul dengan cara berbeda menggunakan “tanda hubung (-)” dan kata “dan”. Misal judulnya: sistem kekebalan – tubuh, dan subjudulnya: kulit dan fagosit, sel limfosit T dan sel limfosit B.
3. Meletakkan judul dan subjudul pada lingkaran bagian dalam yang dibagi oleh kurva S. Judul utama diletakkan secara terpusat, sementara subjudul diletakkan dibagian lain dari kurva S.

4. Menuliskan tujuan yang ingin dicapai dari membuat diagram *roundhouse* tersebut. Misalnya: saya ingin mengetahui lebih jauh tentang sel darah putih dan sistem kekebalan.
5. Memecah seluruh konsep yang ada menjadi 7 bagian. Misalnya:
 - a. Sistem kekebalan menghalangi patogen penyebab penyakit.
 - b. Kulit, minyak, dan keringat menghambat kuman penyakit masuk ke tubuh.
 - c. Sel darah putih (leukosit) melindungi tubuh kita dari serangan benda-benda asing yang masuk ke dalam tubuh.
 - d. Fagosit akan memakan (menghancurkan) kuman yang masuk, sel-sel yang mati, dan sel kanker.
 - e. Reseptor anti gen (sel T helper) akan mengatur mengaktifkan Sel limfosit T dan Sel limfosit B untuk aktif mematikan benda asing (anti gen) yang masuk serta mengingat benda asing tersebut.
 - f. Sel limfosit T yang aktif tersebut akan menghancurkan sel yang telah terinfeksi oleh patogen.
 - g. Sel limfosit B akan membuat anti bodi terhadap patogen, sehingga patogen-patogen tersebut bisa dihancurkan.
6. Meringkas setiap konsep dengan kalimat pengingat yang ringkas menurut kata-katanya sendiri (parafrase) atau bisa juga dengan kata-kata kunci (*Chunk*) yang mengandung inti dari konsep yang akan disampaikan sebagai simbol verbal. Konsep-konsep tersebut kemudian ditempatkan dalam diagram *roundhouse*. Penempatan diawali pada arah jam 12 dan dilanjutkan searah jarum jam. Misalnya:
 - a. sistem kekebalan hancurkan kuman
 - b. kulit mencegah kuman
 - c. leukosit melindungi tubuh

- d. fagosit makan benda asing
 - e. Sel T Helper mengontrol sel T dan sel B
 - f. sel T menghancurkan sel terinfeksi
 - g. sel B membuat anti bodi
7. Membuat gambar yang berhubungan dengan kalimat pengingat sebagai simbol visual. Gambar yang dibuat merupakan gambar yang dapat mewakili konsep-konsep yang dipelajari.

Gambar 2.4 di bawah ini merupakan contoh diagram *roundhouse* tentang sistem kekebalan tubuh dengan pembagian materi seperti di atas.



Gambar 2.4. Diagram *Roundhouse* Materi Sistem Kekebalan
(Sumber: Modifikasi dari Ward dan Wandersee, 2002)

Pada gambar 2 diatas tampak bahwa simbol visual berupa gambar merupakan hal-hal yang berkaitan dengan konsep-konsep biologi atau merupakan analogi dari konsep-konsep biologi yang dipelajari. Selain itu, tampak gambar yang ada merupakan hal yang sederhana dan familier dengan kehidupan siswa sehingga akan mudah diingat.

Beberapa Keuntungan pembelajaran dengan diagram *roundhouse* antara lain:

1. Pembelajaran dengan diagram *roundhouse* dapat memperkuat 2 sistem, yaitu indera mata dan otak.
2. Pembelajaran ini akan melatih siswa menggunakan kemampuan untuk menganalisis.
3. Melatih kreativitas untuk mengungkapkan apa yang dipikirkan dengan menggunakan diagram *roundhouse*.
4. Melatih kemampuan siswa untuk membuat analogi-analogi.
5. Melatih siswa merekonstruksi konsep-konsep yang dipelajarinya.
6. Merupakan teknik sederhana untuk mengingat materi pelajaran.
7. Guru bisa dengan cepat melihat adanya salah konsep dengan melihat gambar yang dibuat siswa.
8. Dapat melatih keterampilan metakognitif siswa.
9. Meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi secara menyeluruh

Menurut Ward dan Wandersee (2002) diagram *roundhouse* dapat digunakan untuk mempelajari berbagai materi biologi dan akan efektif untuk digunakan menyampaikan materi yang melibatkan daur atau rangkaian. Lebih lanjut dinyatakan, bahwa 4 topik dari 6 topik yang telah dipelajari dengan menggunakan diagram *roundhouse* menunjukkan korelasi positif antara diagram *roundhouse* yang dihasilkan dengan nilai akademik yang diperoleh siswa. Keempat topik tersebut yaitu: fotosintesis/respikasi, daur nitrogen, daur karbon, dan sistem kekebalan.

Penutup

Belajar konsep biologi dapat dilakukan dengan melalui visualisasi konsep-konsep biologi dengan menggunakan diagram *roundhouse*. Visualisasi konsep-

konsep biologi ini merupakan suatu cara untuk mengkonstruksi pengetahuan menurut bahasa siswa. Selain itu, visualisasi akan memperkuat daya ingat siswa terhadap konsep biologi yang dipelajari. Visualisasi konsep biologi dilakukan dengan menggunakan simbol-simbol visual yang sesuai dan familier dengan siswa.

Daftar Pustaka

- Budiningsih, A. 2005. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Dahar. (1989). *Apa dan Mengapa Keterampilan Proses IPA*. Makalah disampaikan dalam Penataran Pengembangan Pengelolaan Kelompok I Imiah Remaja bagi Guru-Guru IPA SMA Se – Jawa Barat. Jurusan Pendidikan Kimia – IKIP Bandung
- Dahar, R.W, 1988. *Teori-Teori Belajar*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.
- Djohar. 2000. Struktur Biologi dan Biologi dalam Pendidikan. Makalah tidak diterbitkan. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Joharmawan, Ridwan. 2008. *Lesson Study sebagai Model Pengembangan Guru*. (Makalah disajikan dalam kegiatan workshop Lesson Study Guru se-Jawa Timur), Malang, Mei. 2008.
- Joyce, Bruce and Weil, Marssha. (1992). *Models of Teaching*. New Jersey, Prentice Hall, Inc.
- Mulyasa, M. 2006. *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Bandung: PT Remaja Rosda Karya.
- Slavin, R.E. 2000. *Educational Psychology. Theory and Practice*. Cambridge: Johns Hopkins University.
- Sonneman. 2002. *Mahir Berbahasa Visual*. Bandung: Kaifa.
- Sudrajat. H. 2004. *Implementasi Kurikulum Berbasis Kompetensi; Pembaharuan Pendidikan dalam Undang-Undang Sisdiknas 2003*. Bandung: Cipta Cikas Grafika.
- Ward,R.E & Lee, W.D., 2006. Understanding The Periodic Table of Elements via Iconic Mapping and Sequential Diagramming: The Roundhouse Strategy. *Science Activity*. 42(4): 11-19.

Ward,R.E & Wandersee, J. 2001. Visualizing Science Using The Roundhouse Diagram. *Science Scoope*. 24(4): 17-21.

Ward,R.E & Wandersee, J. 2002. Struggling to Understand Abstract Science Topics: a Roundhouse Diagram-Based Study. *Internatinal Journal of Science Education*. 24(6): 575-591